

AL



⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 03 682 A 1**

⑥ Int. Cl. 7:
B 29 C 45/00
B 29 C 45/16
B 29 C 45/72

① Aktenzeichen: 199 03 682.9
② Anmeldetag: 2. 2. 1999
④ Offenlegungstag: 3. 8. 2000

DE 199 03 682 A 1

⑦ Anmelder:

Vereinigung zur Förderung des Instituts für
Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk
an der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule
Aachen eV, 52062 Aachen, DE

⑦ Erfinder:

Brunswick, Andre, Dipl.-Ing., 52062 Aachen, DE;
Gruber, Marco, 26427 Esens, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Hohlkörper aus polymeren Werkstoffen

⑤ Beim Spritzgießen polymerer Formteile kann durch die Injektion eines Druckgases in die noch schmelzförmige Seele des Formteils ein Hohlraum erzeugt werden. Diese Hohlräume können auch die Funktion übernehmen, Gase und Flüssigkeiten zu leiten. Das als Gasinjektionstechnik (GIT) bekannte Verfahren erlaubt allerdings die Herstellung von Hohlkörpern nur bis zu einem bestimmten Durchmesser. Wird der Durchmesser zu groß, steigen die Restwanddicken des Formteils. Dies führt dazu, daß die Kühlzeiten zu lang werden oder die Polymerschmelze durch die Erdanziehung an der Kavitätswand herunterläuft. Die erfindungsgemäßen Bauteile sind Hohlkörper, deren Hohlräume durch die Injektion einer Flüssigkeit (z. B. Wasser oder Öl bzw. Wasser- oder Ölgemischen) anstelle von Gas erzeugt wurden. Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt durch die anschließende Durchströmung des so geschaffenen Hohlkörpers mit Flüssigkeiten, die Kühlzeiten stark zu reduzieren. Zusätzlich können kleinere Restwanddicken im Vergleich zu GIT-Bauteilen erzielt werden. Dieses Verfahren erlaubt insbesondere die Herstellung von Medienleitungen mit Durchmessern größer 40 mm, die bisher durch die Gasinjektionstechnik nicht hergestellt werden können.

DE 199 03 682 A 1

Beschreibung

Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft Hohlkörper entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft insbesondere medienführende Bauteile (Medienleitungen).

Stand der Technik/Nachteile

Polymere Hohlkörper und Medienleitungen bestehen aus einem von einer Polymerwandung umschlossenen Hohlraum bzw. einer Rohrleitung mit Anschlüssen und anderen Funktionskomponenten. Die Herstellung von Hohlkörpern und Medienleitungen mit konventionellen Verfahren wie Extrusion oder Blasformen ist oft durch mehrere Arbeitsschritte gekennzeichnet [1].

Es sind Medienleitungen bekannt, welche zur Reduzierung der Fertigungsschritte und zur Erhöhung der Integrationsdichte durch ein als Gasinjektionstechnik (GIT) bezeichnetes Spritzgießverfahren hergestellt werden [1]. Hierbei wird der Formhohlraum eines Spritzgießwerkzeuges zum Teil (Aufblasverfahren) oder vollständig (Ausblasverfahren) mit einer Formmasse gefüllt. Danach wird ein Inertgas injiziert, um den noch schmelzeflüssigen Kern der Formmasse auf- oder auszublasen. Auf diese Weise entsteht ein Hohlkörper, der sich insbesondere durch die hohe Gestaltungsfreiheit und Integrationstiefe durch die Anwendung des Spritzgießverfahrens auszeichnet. Es existieren zahlreiche Verfahrensvarianten und Vorrichtungen für die Gasinjektionstechnik. Die gattungsgemäßen Verfahren sind z. B. in der DE-OS 21 06 546, der US-PS 4101617, der DE-PS 28 00 482, der GB-PS 2139548, der EU-OS 283207, der DE-OS 40 33 298 A1, der DE-OS 40 02 503 C1, der EU-PS A0289230 und der DE-OS 391 31 009 A1 beschrieben.

Durch GIT hergestellte Hohlkörper gewinnen insbesondere im Bereich der Medienleitungen an Bedeutung, da diese vollständig und hochintegriert in einem Arbeitsgang durch Spritzgießen kostengünstig hergestellt werden können [1]. Rohrartige Medienleitungen, die nach der GIT hergestellt werden können, sind in der DE-OS 40 11 310 A1, der EU-OS 89123784-4 und der PS-JP 08229993 beschrieben. In Bauteile integrierte Medienleitungen, die nach der GIT hergestellt werden können, sind in der DE-PS 42 09 600 C2 beschrieben.

Eine wichtige Problemstellung bei GIT-Medienleitungen ist die Realisierung größerer Durchmesser (größer 30 mm bis 40 mm). Der rheologische Einfluß auf die Formteileausbildung bewirkt, daß sich bei diesen Bauteilen sehr große Restwanddicken einstellen. Diese Problematik entsteht im wesentlichen dadurch, daß der Viskositätsunterschied zwischen der zu verdrängenden Schmelze und dem Gas sehr groß ist, und das Gas hierdurch nicht genügend Masse zur Ausbildung eines Hohlraumes verdrängen kann. Da durch die großen Restwanddicken eine große Wärmemenge abgeführt werden muß, sind die Kühlzeiten zur Verfestigung der Formmasse sehr lang. Nachteilig wirkt sich bei der Gasinjektionstechnik aus, daß über das Gas nur geringe Wärmemengen abgeführt werden können. Zusätzlich führen die großen Restwanddicken zu hohem Materialverbrauch, der insbesondere im Fall der Medienleitungen nicht akzeptabel ist. Bei diesen Bauteilen mit Durchmessern größer 30 mm bis 40 mm ist eine wirtschaftliche Herstellung durch Gasinjektionstechnik im Vergleich zu anderen Verfahren oft nicht möglich. Der wesentliche Nachteil ist jedoch, daß bedingt durch die großen Restwanddicken, die Polymerschmelze zu lange fließfähig bleibt und so direkt nach der Hohlraumausbildung infolge der Schwerkraft an der Formwandung hin-

unterläuft.

Es sind Verfahrensentwicklungen bekannt, welche die Vermeidung dieser Nachteile bei GIT-Bauteilen zum Ziel haben.

Es sind GIT-Bauteile bekannt, bei denen zu ihrer Herstellung zur Verbesserung der Wärmeabfuhr das Gas durch den Hohlkörper gespült wird. So wird in der PS-DE 39 17 366 C2 die Möglichkeit beschrieben, das Gas nach der Ausbildung des Hohlraumes in einem Kreislauf durch das Bauteil zu leiten. Allerdings ist bekannt, daß die Kühlwirkung bei diesem Verfahren oft nicht ausreichend ist, um wesentliche Kühlzeitreduzierungen zu erreichen. Entstehen zu große Restwanddicken, wird die Kühlwirkung nicht ausreichen, um zu vermeiden, daß die Schmelze an der Formwandung herunterläuft.

Eine weitere Möglichkeit zur Kühlzeit- und Wanddickenreduzierung ist die Injektion von Flüssigkeiten, welche auf die Temperatur der Polymerschmelze erhitzt werden. Ein Versuch, einen scheibenförmigen Hohlkörper durch Injektion von Flüssigkeiten anstelle von Gas zu erzeugen, ist in der DE-OS 246 15 780 und der DE-OS 28 00 482 beschrieben. Allerdings wird dieser Möglichkeit, insbesondere der Verwendung von Wasser als Druckflüssigkeit in beiden Offenlegungsschriften wenig Bedeutung zugeordnet. Zusätzlich kann bei der Herstellung von Bauteilen mit größeren Durchmessern erwartet werden, daß die Schmelze durch die Verwendung von heißen Flüssigkeiten (Temperatur entspricht Schmelzetemperatur), noch so fließfähig ist, daß sie an der Formwandung herunterläuft. Es ist keine Umsetzung der beschriebenen Verfahrensvarianten bekannt. In der DE-OS 28 00 482 wird beschrieben, daß die Injektion von Wasser durch seine niedrige Viskosität keine wesentlichen Vorteile bezüglich der Restwanddicken im Vergleich zur Gasinjektionstechnik bringt. Begründet wird dies mit dem vergleichbar hohen Viskositätsunterschied zwischen Wasser oder Gas und der Polymerschmelze. Es wird daher in der DE-OS 28 00 482 vorgeschlagen, höherviskose Medien wie z. B. Oligomere (niedermolekulare fließfähige Polymervorstufen) zur Ausformung des Hohlraumes zu verwenden, da sie erlauben, eine größere Menge Schmelze zu verdrängen und so geringere Restwanddicken zu erzeugen. Allerdings kann bei der Verwendung dieser Medien keine Kühlzeitverkürzung erzielt werden. In der DE-OS 246 15 780 wird weiterhin die Möglichkeit beschrieben, ein Bauteil durch Gasinjektionstechnik herzustellen und anschließend ein Kühlmedium durch den Hohlraum zu leiten.

Es sind weitere Hohlkörper bekannt, die durch ein gattungsgemäßes Verfahren nach der US-PS 5139714 hergestellt werden. Der Hohlraum wird hier durch die Injektion von niedrigsiedenden flüssigen Medien (i.d.R. Alkoholgemische), die bei Kontakt mit der Polymerschmelze verdampfen, geschaffen. Hier entstehen jedoch die gleichen Nachteile bezüglich der Restwanddicken und Kühlzeiten wie bei der Gasinjektionstechnik. Zusätzlich erzeugen die verwendeten Flüssigkeiten Spannungsrisse an der Kunststoffoberfläche. Nachteilig ist ebenfalls, daß die Flüssigkeiten nicht aus den Bauteilen entfernt werden.

Hohlkörper mit definierten Restwanddicken, hergestellt nach einem gattungsgemäßen Verfahren, werden in der JP-PS 08229993 vorgestellt. Hier wird ein Kern durch einen aufgetragenen Gasdruck durch die Schmelze katapultiert. Problematisch ist bei diesem Verfahren allerdings die schwierige Reproduzierbarkeit, da das Gas den Kern auch umströmen kann, anstatt ihn voranzutreiben.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe ist es, Hohlkörper und insbesondere Medienlei-

tungen zu erzeugen, welche durch ein Spritzgießverfahren mit anschließender Injektion einer Flüssigkeit hergestellt werden und sich im Vergleich zu den gattungsgemäß bekannten Verfahren durch geringere Restwanddicken und durch kürzere Zykluszeiten bei der Herstellung kennzeichnen. Hauptziel dabei ist, daß bei diesen Hohlkörpern zusätzlich größere Bauteilquerschnitte bei gleichzeitig geringen Restwanddicken realisiert werden können, als es bei den bekannten gattungsgemäßen Verfahren bisher möglich ist. Eine Teilaufgabe dabei ist, die Herstellung dieser Hohlkörper durch eine Verfahrensentwicklung aufbauend auf die (durch die DE-OS 24 61 580 bekannte) Injektion von Flüssigkeiten und durch einen zur Erzielung der genannten Bauteileigenschaften geeigneten Verfahrensablauf zu realisieren.

Lösung der Aufgabe

Die Aufgabe wird durch Bauteile mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäßen Hohlkörper haben im Vergleich zu GIT-Bauteilen die folgenden Vorteile:

- erstmalig können größere Bauteildurchmesser realisiert werden
- sehr kurze Fertigungszeiten pro Artikel durch kürzere Kühlzeiten
- geringe Restwanddicken bzw. Materialkosten
- weitaus geringere Anlagekosten im Vergleich zur Gasinjektionstechnik

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Ausführungsbeispiele für erfindungsgemäße Hohlkörper (hier eine Medienleitung) sind in Fig. 1a, b dargestellt. Ein möglicher Verfahrensablauf zur Herstellung der Hohlkörper durch Wasserinjektion zur Verdrängung der schmelzeförmigen Seele und eine mögliche Anlagentechnik sind in Fig. 2 bis Fig. 5 dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Natürlich können auch andere Flüssigkeiten anstelle von Wasser eingesetzt werden. Es zeigen

Fig. 1a, b Beispielhafte Schnittdarstellungen für erfindungsgemäße und durch Flüssigkeitsinjektion hergestellte Hohlkörper

Fig. 2 Injektion der Polymerschmelze

Fig. 3 Wasserinjektion

Fig. 4 Durchbruch des Wassers am Fließwegende, Durchströmen des Bauteiles mit Wasser

Fig. 5 Ausblasen des Wassers durch Druckluft

Fig. 2 zeigt die Schnittdarstellung eines Spritzgießwerkzeuges mit seinen Formhälften (5a) und (5b) und den Formhohlraum (4). Zusätzlich ist die Anlagentechnik zur Durchführung eines Wasserinjektionsverfahrens angedeutet. Sie besteht im wesentlichen aus mindestens einer oder zur Erzielung verschiedener Volumenströme aus mehreren, parallel geschalteten Hydropumpen (9), einem Wasserspeicher (8) und der Injektionsdüse 9b. Zum Ausblasen des Wassers aus dem Bauteil kann Druckluft (10) verwendet werden.

Der Spritzgießzyklus beginnt mit dem Einspritzen von Polymerschmelze. Nach einer untermolumetrischen Füllung wird bei diesem Verfahrensbeispiel Wasser über eine Düse (9b) in die Schmelzevorlage injiziert. Dadurch wird die schmelzeförmige Seele in Fließrichtung von dem Wasser verdrängt und so das Restvolumen des Formhohlraumes mit

Schmelze gefüllt. Der Wasservolumenstrom wird über eine Hydropumpe, die aus einem Wasserspeicher gespeist wird, realisiert.

Gegen Ende des Fließweges wird die Schmelzefront im Bereich eines Überlaufes (5c) vom Wasser durchbrochen. Das Wasser fließt dann über eine Leitung zurück in den Wasserspeicher. Für eine bestimmte Zeit durchfließt das Wasser das Bauteil, um Wärme zur Verfestigung des Polymerschmelze abzuführen und gleichzeitig durch einen Überdruck den Hohlkörper gegen die Formhohlraumwände zu drücken. Über eine Drossel (5d) wird der Überdruck des Wassers eingestellt. Ist das Formteil hinreichend erstarrt, muß in einem nächsten Schritt das Wasser aus dem Bauteil entfernt werden.

Vor der Entformung wird daher das Wasser durch Druckluft aus dem Formteillinneren ausgeblasen. Dazu werden die Ventile 9a und 10a umgestellt und das Wasser so dem Wasserspeicher zugeführt.

Der hier dargestellte Verfahrensablauf für die erfindungsgemäßen Bauteile ermöglicht, den in der DE-OS 28 00 482 beschriebenen Nachteil der geringen Viskosität des Wassers zu umgehen. Dies wird dadurch erreicht, daß das Wasser mit einer so hohen Geschwindigkeit in die Schmelze injiziert wird, daß die Fließfront des Wassers auf die Schmelze wie ein verdrängender Kolben wirkt. Hierbei wird die Inkompressibilität des Wassers ausgenutzt, so daß die geringe Viskosität des Wassers einen geringen Einfluß auf die Restwanddicken aufweist. Zusätzlich kann der kolbenartige Effekt bei der Verdrängung der Polymerschmelze dadurch verstärkt werden, daß sich im Bereich der Wasserfront durch eine gezielte Temperierung des Wassers ein Teil der Polymerschmelze zu einer Polymerhaut verfestigt und somit die dahinterliegende Polymerschmelze in der Form eines höherviskosen, fließenden Kerns verdrängt.

Der beispielhaft beschriebene Verfahrensablauf erlaubt eine Vielzahl an Variationen. So kann zum Beispiel der Formhohlraum auch vollständig mit Schmelze gefüllt werden. Anschließend kann ein Schmelzenachdruck aufgeben werden. Danach geben Schieber im Bereich des Fließwegendes ein zusätzliches Volumen des Formhohlraumes frei, in welches dann überschüssige Schmelze durch die Wasserinjektion gedrückt wird. Dieses als Nebenkavität bezeichnete Volumen dient dann als Überlauf, in dem das Wasser die Schmelzefront durchbricht, um anschließend das Bauteil durchströmen zu können. Die Anwendung von Nebenkavitäten ist aus dem Bereich der Gasinjektionstechnik bereits bekannt.

Bei der Herstellung bestimmter Bauteile, z. B. von Medienleitungen, die Öffnungen an einem oder beiden Bauteilenden besitzen, kann u. U. auf das Durchbrechen des Wassers verzichtet werden. Das Wasser wird dann erst nach der Bauteilentformung aus dem Bauteil entfernt, wenn die Endbereiche abgeschnitten werden.

Bezugszeichenliste für Fig. 1 bis 4

- (1, 2) Unverzweigte und verzweigte Medienleitungen
- (1a, 2a) Rohrkörper
- (1b, 2b) Anschlüsse
- (1c, 2c) Funktionselemente
- (2d) Verzweigungen
- (3) Polymerschmelze
- (4) Formhohlraum
- (5a) Erste Formhohlraumhälfte eines Spritzgießwerkzeuges
- (5b) Zweite Formhohlraumhälfte eines Spritzgießwerkzeuges
- (5c) Überlauf
- (6) Spritzgießaggregat

- (7) Leitungen
- (8) Wasserspeicher
- (9) Hydropumpe
- (9a) 3/2 Wegeventil, Wasserzulauf, Wasserablauf
- (9b) Düse zur Flüssigkeitsinjektion
- (10) Druckluftspeicher
- (10a) 3/2 Wegeventil, Luftzufuhr, Wasserrücklauf

LITERATUR

- [1] Michaeli, W., Brunswick, A. Herstellung medienführender Leitungen durch GIT-Produktorientierte Verfahrensentwicklung Kunststoffe 88 (1998) 1, S. 34-39
- [2] Findeisen, H. Ausbildung der Restwanddicke und Prozesssimulation bei der Gasinjektionstechnik
Dissertation an der RWTH Aachen, 1997

Patentansprüche

- 1. Hohlkörper aus polymeren Werkstoffen, insbesondere Hohlkörper aus mindestens einem verzweigten oder unverzweigten rohrähnlichen Grundkörper sowie integrierten Funktionselementen, welche durch ein Spritzgießverfahren mit anschließender Injektion einer Flüssigkeit zur Ausbildung mindestens eines Hohlraumes hergestellt werden **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verfahrensablauf zu ihrer Herstellung die Schritte aufweist:
 - a. Untervolumetrische oder volumetrische Injektion eines fließfähigen Polymers oder einer fließfähigen Mischung aus Polymervorstufen – von nun an bezeichnet als Formmasse – in den Formhohlraum eines mehrteiligen und geschlossenen Formwerkzeuges;
 - b. Injektion einer Flüssigkeit in die fließfähige Masse, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkeit temperiert ist und hauptsächlich aus Wasser oder Öl besteht;
 - c. Ausbildung eines mit der Flüssigkeit gefüllten Hohlraumes innerhalb der Formmasse durch Verdrängung der Formmasse durch die Flüssigkeit in Richtung ungefüllter oder zusätzlich geschaffener Formhohlräume, wobei durch die gezielte Temperierung der Flüssigkeit die Formmasse im Bereich der Phasengrenze von Formmasse zur Flüssigkeit zu einer Art Membran verfestigt werden kann, so daß die Fließfront des Wassers auf die Schmelze wie ein verdrängender Kolben bzw. wie ein höherviskos fließender Kern wirkt, wobei die Flüssigkeit durch hinreichend schnelle Injektion nicht in eine Gasphase übertritt;
 - d. Weitere Injektion der Flüssigkeit bis sie die Fließfront der fließfähigen Masse durchbricht und aus dem Formhohlraum abgeführt wird oder aufsteigen des Hohlraumes durch Werkzeugvorrichtungen und abführen der Flüssigkeit über die so geschaffene Öffnung zur Spülung des Hohlraumes mit der Flüssigkeit wobei während der Spülung ein Druck in der Flüssigkeit dadurch gezielt aufgebaut wird, daß der Querschnitt der die Flüssigkeit abführenden Leitung durch ein Ventil oder eine Drossel verändert werden kann;
 - e. Verfestigung der fließfähigen Formmasse nach Bedarf durch Spülung des Hohlkörpers mit weiterer, jedoch zum Zwecke der Wärmezufuhr bzw. Wärmeabfuhr anders temperierten Flüssigkeit, wobei die Flüssigkeit nun durch den Hauptbe-

standteil Wasser gekennzeichnet ist;

f. Entformung des Hohlkörpers aus dem Formhohlraum durch Teilung des Formwerkzeuges und Ablassen der Flüssigkeit aus dem Hohlkörper bzw. Ablassen der Flüssigkeit und Entformung des Hohlkörpers aus dem Formhohlraum durch Teilung des Formwerkzeuges.

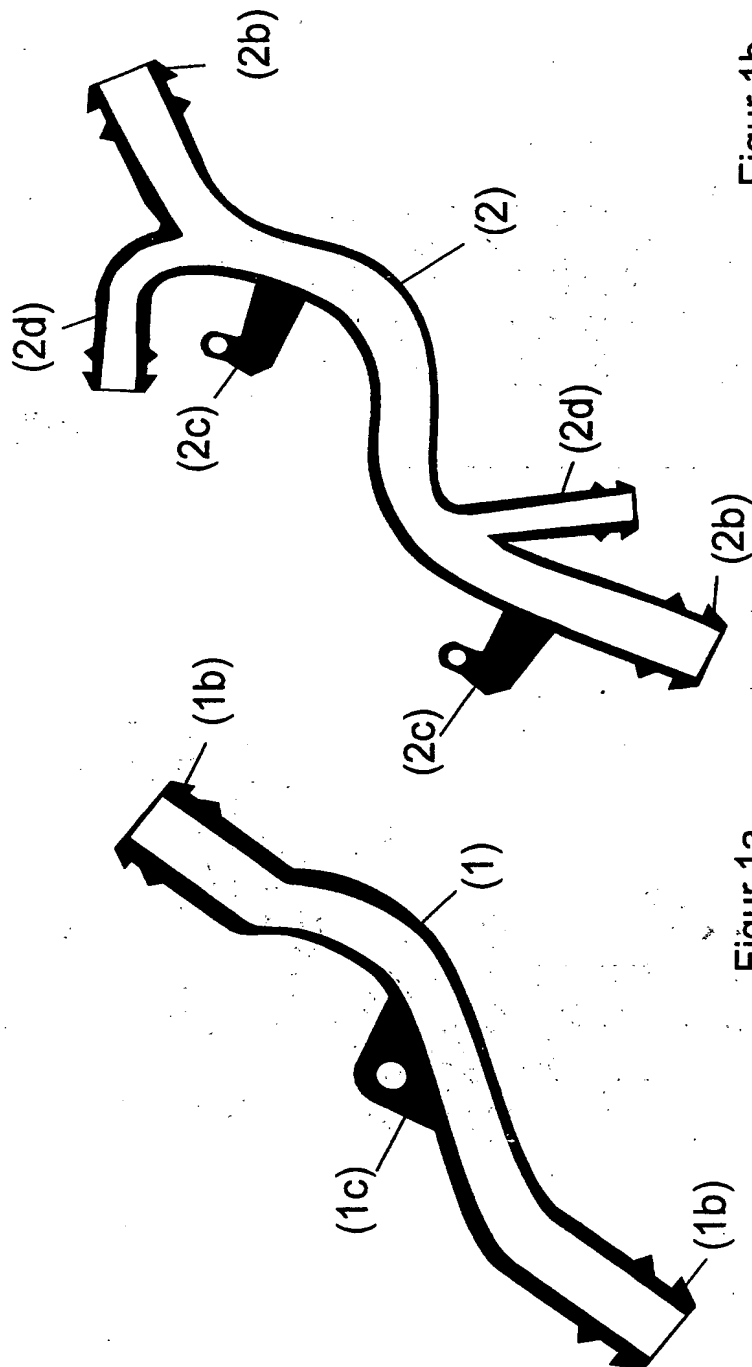
2. Verfahren zur Herstellung der Bauteile nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor oder während der Injektion der Formmasse ein Gasdruck innerhalb des Formhohlraumes aufgebracht wurde.

3. Verfahren zur Herstellung der Bauteile nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß entweder durch die Injektion unterschiedlicher Formmassen durch ein Mehrkomponenten-Spritzgießverfahren mehrschichtige Hohlkörper hergestellt werden oder dünne Schichten eines Barrierematerials auf der Innenwand der Hohlkörper dadurch aufgebracht werden, daß das Barrierematerial in der Flüssigkeit, welche den Hohlraum ausbildet, gelöst oder emulgiert ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

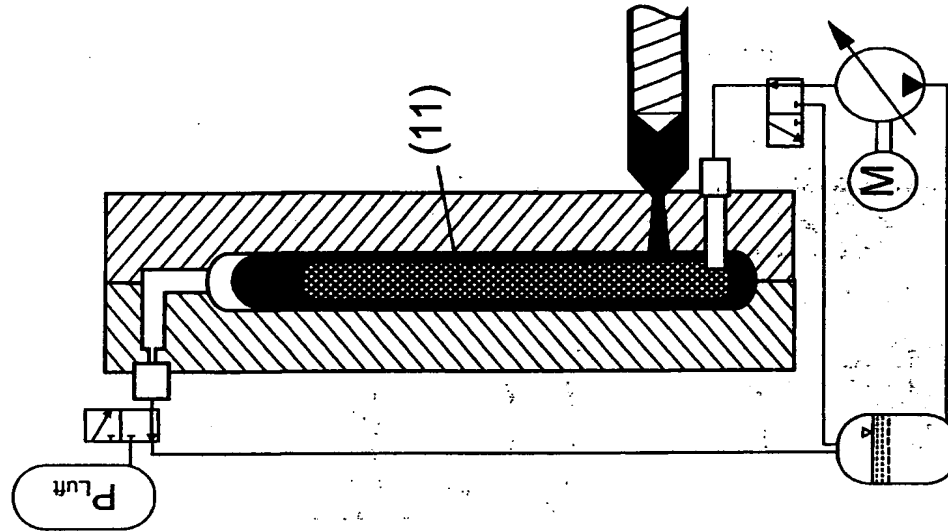
- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

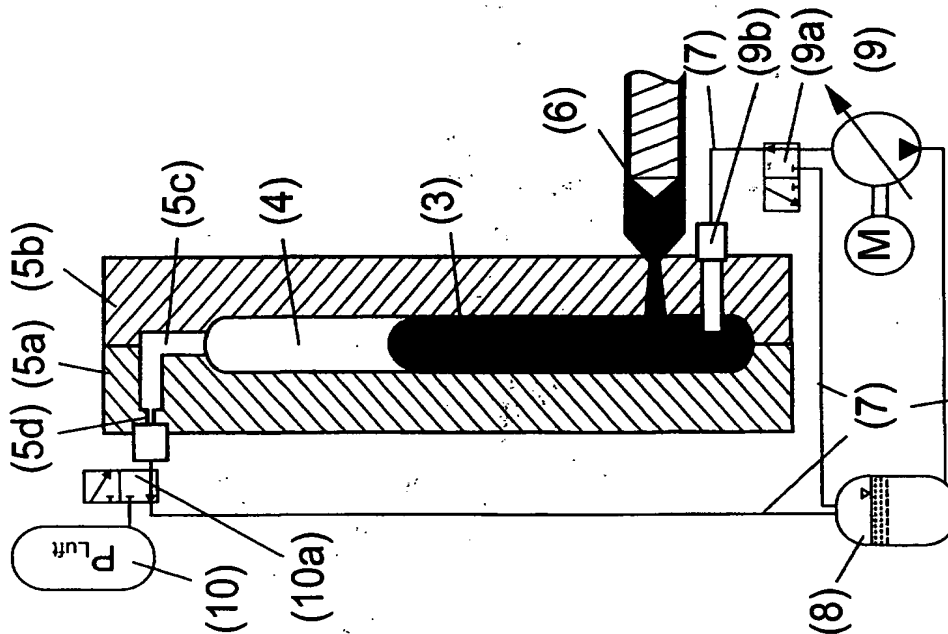


Figur 1b

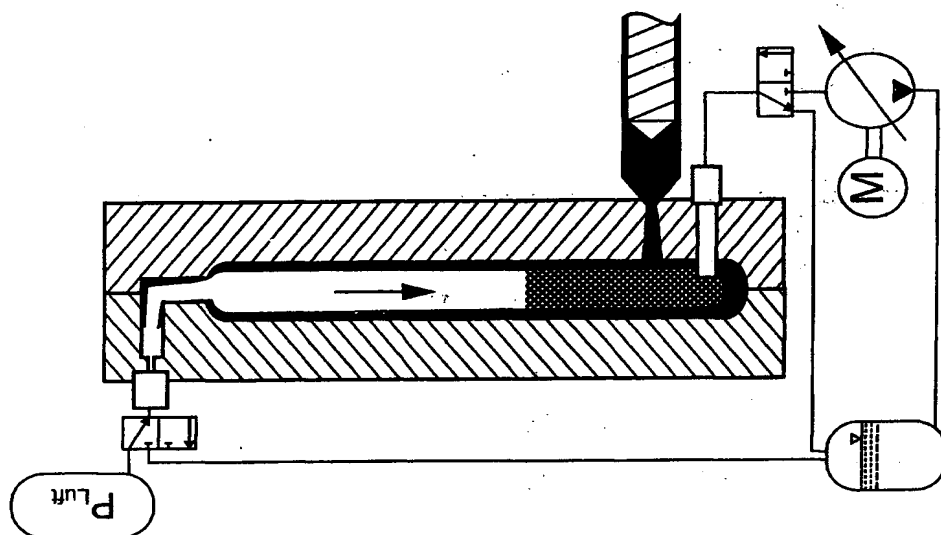
Figur 1a



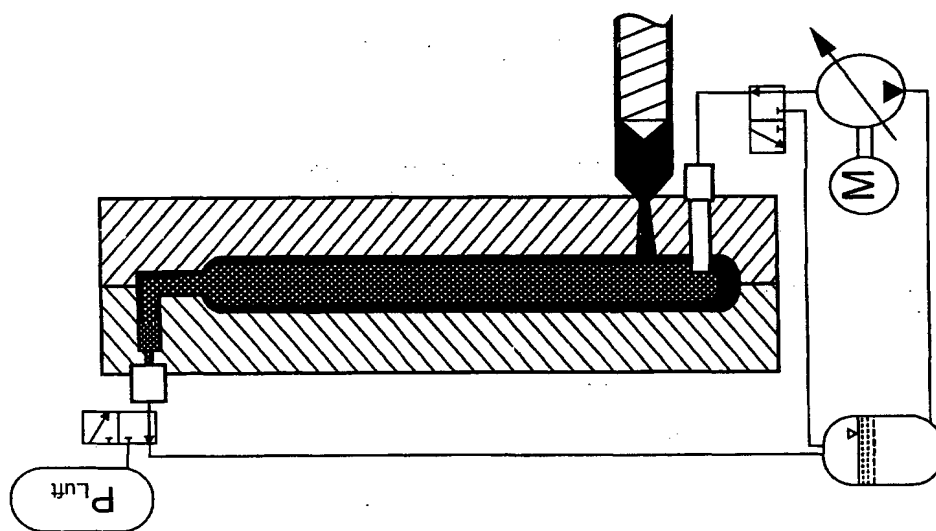
Figur 3



Figur 2



Figur 5



Figur 4

Request Form for Translation

Translation Branch
The world of foreign prior art to you.

Translations

U. S. Serial No. : 09/975886
Requester's Name: Joseph Del Sole
Phone No. : 703-308-6295
Fax No. : 703-872-9809
Office Location: CP3-5B15
Art Unit/Org. : 1722
Group Director: Rich Fisher
Is this for Board of Patent Appeals? No
Date of Request: 4/25/03
Date Needed By: 6/25/03
(Please do not write AS-AP-indicate a specific date)

PTO 2003-3159

S.T.I.C. Translations Branch

Phone: 308-0881
Fax: 308-0989
Location: Crystal Plaza 3/4
Room 2C01

SPE Signature Required for RUSH:

Document Identification (Select One):

** (Note: Please attach a complete, legible copy of the document to be translated to this form)**

1. ☒ Patent Document No. DE 199 03 682 A1
Language German
Country Code DE
Publication Date 8/3/200
(filled by STIC)
2. ☐ Article Author _____
Language _____
Country _____
3. ☐ Other Type of Document _____
Country _____
Language _____

To assist us in providing the most cost effective service, please answer these questions:

Will you accept an English Language Equivalent?
Yes (Yes/No)

Will you accept an English abstract?
No (Yes/No)

Would you like a consultation with a translator to review the document prior to having a complete written translation?
No (Yes/No)

Document Delivery (Select Preference): Del. mail
Delivery to Exmr. Office/Mailbox Date: 5.12.03 (STIC Only)

Call for Pick-up Date: _____ (STIC Only)

Check here if Machine Translation is not acceptable:
(It is the default for Japanese Patents, '93 and onwards with avg. 5 day turnaround after receipt)

STIC USE ONLY

Copy/Search

Processor: AL
Date assigned: 4.20
Date filled: 4.24
Equivalent found: _____ (Yes/No)

Translation

Date logged in: 4.20.03
PTO estimated words: 2791
Number of pages: 15
In-House Translation Available: _____
In-House: _____ Contractor: FLS
Translator: _____ Name: _____
Assigned: _____ Priority: F
Returned: _____ Sent: 4.30.03
Returned: 5.12.03

Doc. No.: _____
Country: _____
Remarks: _____

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PTO 03-3159

CY=DE DATE=20000803 KIND=A1
PN=199 03 682*

HOLLOW STRUCTURES OF POLYMERIC MATERIALS
[Hohlkörper aus polymeren Werkstoffen]

Andre Brunswick, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
Washington, D.C. May 2003

Translated by: FLS, Inc.

PUBLICATION COUNTRY	(19) :	DE
DOCUMENT NUMBER	(11) :	19903682
DOCUMENT KIND	(12) :	A1
	(13) :	PUBLISHED APPLICATION
PUBLICATION DATE	(43) :	20000803
PUBLICATION DATE	(45) :	
APPLICATION NUMBER	(21) :	19903682.9
APPLICATION DATE:	(22) :	19990202
ADDITION TO	(61) :	
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51) :	B29C 45/00; B29C 45/16; b29c 45/72
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52) :	
PRIORITY COUNTRY	(33) :	
PRIORITY NUMBER	(31) :	
PRIORITY DATE	(32) :	
INVENTOR	(72) :	BRUNSWICK, ANDRE; GRUBER, MARCO
APPLICANT	(71) :	VEREINIGUNG ZUR FÖRDERUNG DES INSTITUTS FÜR KUNSTSTOFFVERARBEITUNG IN INDUSTRIE UND HANDWERK AN DER REHEIN-WESTF. TECHNISCHEN HOCHSCHULE AACHEN EV
TITLE:	(54) :	HOLLOW STRUCTURES OF POLYMERIC MATERIALS
FOREIGN TITLE	[54A] :	HOHLKÖRPER AUS POLYMEREN WERKSTOFFEN

The invention relates to hollow structures in accordance with the preamble of Claim 1. It particularly relates to media-conducting components (media lines).

State of the Art/Disadvantages

Polymeric hollow structures and media lines are comprised of a hollow space or a pipe line with connectors and other functional components, which is enclosed by a polymer wall. The manufacturing of hollow structures and media lines with conventional methods, such as extrusion or blow-molding processes, are often characterized by multiple work steps [1].

Media lines are known to the art which are produced with an injection molding method that is described as a gas injection technique (GIT), in order to reduce the number of the production steps and to enhance the integration density. In this process, the mold cavity of an injection molding implement is, in part (jet evaporation method) or completely (blowout method), filled with a molding compound. Subsequently, an inert gas is injected in order to jet-evaporate or blow out the core of the molding compound which is still molten. In this manner, a hollow structure is created which particularly distinguishes itself through a high amount of freedom in its design options, as well as integration depth, due to the use of the injection molding method. Numerous variants of this method and devices for the gas injection technique exist. The generic methods are, e.g., described in DE-OS 2106546, US-PS 4101617, DE-PS 2800481, GB-PS

*Number in the margin indicates column in the foreign text.

2139548, EU-OS 283207, DE-OS 4033298A1, DE-OS 4002503C1, EU-PS A0289230, and DE-OS 39131009A1.

Hollow structures which are produced by GIT are particularly gaining significance in the area of media lines because they can be economically produced in one work process by injection molding as complete and highly integrated products [1]. Tubular media lines which can be produced with the GIT are described in DE-OS 4011310A1, EU-OS 89123784-4, and PS-JP 08229993. Media lines which are integrated in components which can be produced with the GIT are described in DE-PS 4209600C2.

An important problem with GIT media lines is the realization of larger diameters (larger than 30 mm to 40 mm). The rheological influence on the formation of molded items has the effect that extremely great residual wall thicknesses occur with these components. This problem essentially is caused by the fact that the difference in the viscosity between the melt which is displaced and the gas is very great and, as a result, the gas cannot displace enough of the compound to form a cavity. Because, due to the great residual wall thicknesses, a large quantity of heat must be withdrawn, the cooling times for the solidification of the molding compound are very long. What is of disadvantageous effect in the gas injection technique is that only small quantities of heat can be withdrawn by the gas. Moreover, the great residual wall thicknesses result in a high consumption of material which, particularly, in the case of media lines, is not acceptable. In these components with diameters in excess of 30 mm to 40 mm, an economical production by means of the gas injection technique compared to other methods, is often not possible. However,

the essential disadvantage is that, due to the great residual wall thicknesses, the polymer melt remains flowable for too long, and thus, runs down along the mold's wall directly after the hollow space is formed due to gravity.

Process developments are known to the art which have the objective of avoiding these disadvantages with GIT components.

/2

GIT components are known to the art in which the gas is flushed through the hollow structure to produce them, in order to improve the heat withdrawal. Thus, in PS-DE 3917366C2, the options are described for conducting the gas through the component in a cycle after the hollow space has been formed. However, it is a known fact that, in this process, the cooling effect frequently is not sufficient to realize any substantial reductions in the cooling time. If excessively great residual wall thicknesses occur, the cooling effect will not be enough to prevent the melt from running down the mold's wall.

An additional option for the reduction of the cooling time and wall thickness is the injection of fluids which are heated to the temperature of the polymer melt. An attempt to produce a disc-shaped hollow structure by injection fluids instead of gas is described in DE-OS 24615780 and DE-OS 2800482. However, this option, particularly, the use of water as a pressure fluid, is given little significance by these two laid-open patent specifications. In addition, in the production of components with larger diameters, it can be expected that the melt is still so flowable due to the use of hot liquids (temperature corresponds with melting temperature) that it will run down along the mold's wall. No transposition

of the described process variant is known to the art. DE-OS 2800482 describes that, due to its low viscosity, the injection of water does not yield any significant advantages with regard to the residual wall thickness compared to the gas injection technique. This is due to the comparably high difference of viscosity between water or gas and the polymer melt. Therefore, DE-OS 2800482 proposes the use of media of a higher viscosity, such as, e.g., oligomers (low-molecular flowable polymer precursors), to mold the hollow space because they facilitate the displacement of larger quantities of melt and, thus, create smaller residual wall thicknesses. However, with the use of these media, no shortening of the cooling time can be realized. DE-OS 24615780 further describes the option of producing a component by means of the gas injection technique and of subsequently conducting a cooling medium through the hollow space.

Additional hollow structures are known to the art which are produced by means of a generic method in accordance with US-PS 5139714. Here, the hollow space is created through the injection of low-boiling liquid media (as a rule, alcohol mixtures) which evaporate upon contact with the polymer melt. However, this creates the same disadvantages with regard to residual wall thicknesses and cooling times as with the gas injection technique. Moreover, the liquids which are used create stress cracks on the plastic surface. The fact that the fluids cannot be removed from the components is also a disadvantage.

JP-PS 08229993 introduces hollow structures with defined residual wall thicknesses which are produced with a generic method. Here, a core

is catapulted through the melt by means of applied gas pressure. However, the problem in this process is the poor reproducibility because the gas can also flow around the core instead of driving it forward.

Objective of the Invention

The objective is to produce hollow structures, and, particularly, media lines which are produced by means of an injection /3 molding method, with a subsequent injection of a fluid, and which distinguish themselves through smaller residual wall thicknesses and shorter cycle times in the production compared to the generic methods which are known to the art. The main objective is to additionally realize larger component cross-sections with simultaneously smaller residual wall thicknesses in these hollow structures than has so far been possible with the generic methods known to the art. A partial objective is to realize the production of these hollow structures through the development of a process which is an advancement based on the injection of fluids (known to the art from DE-OS 2461580) and through a process sequence which is appropriate to realize the mentioned characteristics of the component.

Realization of Objective

The objective is realized by means of components with the characterizing features of Claim 1.

Advantages of the Invention

Compared to GIT components, the hollow structures in accordance with the invention have the following advantages:

- for the first time, larger component diameters can be realized;

- extremely short production times per item due to shorter cooling times;
- small residual wall thicknesses or material costs;
- by far, lower investment costs compared to the gas injection technique.

Description of Configuration Examples

Configuration examples for hollow structures (here, a media line) in accordance with the invention are represented in Figures 1 a, b. A potential process sequence for the production of the hollow structures by injection of water to displace the soul in the form of a melt and a potential technical plant setup are represented in Figure 2 to Figure 5 and will be described in greater detail in the following text. Naturally, other fluids besides water can also be used. Shown are

Figures 1 a, b, exemplary sectional representations for hollow structures in accordance with the invention and those which are produced by means of the injection of fluids,

Figure 2, injection of polymer melt,

Figure 3, injection of water,

Figure 4, breakthrough of the water at the end of the flow path, flow of water through component,

Figure 5, water blown out by compressed air.

Figure 2 depicts the sectional representation of an injection molding implement with its mold halves (5a) and (5b), and the cavity of the mold (4). In addition, the technical plant setup for carrying out a water injection process is suggested. Essentially, it consists of, at least,

one hydropump (9), or, to realize various volume streams, of several hydropumps, a water reservoir (8), and the injection nozzle (9 b). Compressed air (10) can be used to blow the water out of the component.

The injection molding cycle begins with the injection of polymer melt. After a sub-volumetric filling, water is injected into the melt recipient vessel via the nozzle (9 b). As a result, the melt in the form of the melt is displaced by the water in the direction of flow and, thus, the residual volume of the mold cavity is filled with melt. /4 The water volume flow is realized via a hydropump which is fed from a water reservoir.

Towards the end of the flow path, the front of the melt is pierced by water in the area of an overflow (5 c). Then, the water flows back into the water reservoir via a line. For a certain amount of time, the water flows through the component to withdraw heat, in order to solidify the polymer melt, and to simultaneously press the hollow structure against the walls of the mold cavity with overpressure. Via a throttle (5 d), the overpressure of the water is adjusted. If the molded item has sufficiently hardened, the water has to be removed from the component in a next step.

Therefore, prior to the removal from the mold, the water is blown out of the interior of the molded item. Then the valves (9a and 10a) are reset and, thus, the water is supplied to the water reservoir.

The process sequence for the components in accordance with the invention which is represented here facilitates a circumvention of the disadvantage of the low viscosity of the water which is described in DE-OS

2800482. This is realized in that the water is injected into the melt at such a high speed that the flowing front of the water acts upon the melt like a displacing piston. In this process, the incompressibility of the water is used to advantage, so that the low viscosity of the water exhibits little influence on the residual wall thicknesses. In addition, the piston-like effect in the displacement of the polymer melt can be intensified in that, by selectively tempering the water, a portion of the polymer melt solidifies into a polymer skin in the area of the front of the water and, thus, displaces the polymer melt behind it in the form of a flowing core of a higher viscosity.

The process sequence which has been exemplarily described allows for a multitude of variations. Thus, for instance, the mold cavity can also be completely filled with melt. Subsequently, a melt holding pressure can be loaded. Subsequently, sliders in the area of the flow path free an additional volume of the mold cavity into which excess melt is then pressed by means of the injection of the water. This volume, which is also called a side-cavity, then serves as the overflow in which the water breaks through the front of the melt, in order to subsequently be able to flow through the component. The use of side-cavities is already known to the art from the area of gas injection techniques.

In the production of certain components, e.g., of media lines which have apertures on one or both component ends, the piercing of the water can, under some circumstances, be dispensed with. The water is then removed from the component only after the component has been removed from the mold when the end sections are cut off.

List of Reference Symbols for Figures 1 to 4

- (1, 2) Unbranched and branched media lines
- (1 a, 2 a) Pipe structure
- (1 b, 2 b) Connectors
- (1 c, 2 c) Functional elements
- (2 d) Ramifications
- (3) Polymer melt
- (4) Mold cavity
- (5 a) First half of mold cavity of an injection molding implement
- (5 b) Second half of mold cavity of an injection molding implement
- (5 c) Overflow
- (6) Injection molding aggregate
- (7) Lines /5
- (8) Water reservoir
- (9) Hydropump
- (9 a) 3/2-way valve, water inlet, water outlet
- (9 b) Nozzle for fluid injection
- (10) Compressed air reservoir
- (10 a) 3/2-way valve, air supply, water return flow

Cited Literature

1. Michaeli, W. Brunswick, A. Production of Media-Conducting Lines By Means of a GIT Product-Oriented Process Development of Plastic Materials 88 (1998) 1, p. 34-39
2. Findeisen, H. Formation of Residual Wall Thickness and Process Simulation in Gas Injection Technology, Dissertation at Aachen RWTH, 1997

Patent Claims

1. Hollow structure of polymeric materials, particularly, hollow structures of, at least, one branched or unbranched tubular base structure and integrated functional elements which are produced by means of an injection molding process with a subsequent injection of a fluid for the formation of, at least, one cavity, characterized in that the process sequence for their production exhibits the following steps:

a. sub-volumetric or volumetric injection of a flowable polymer or a flowable mixture of polymer precursors - called molding compound from now on - into the mold cavity of a multi-part and sealed molding implement;

b. injection of a fluid into the flowable mass, characterized in that the fluid is tempered and, mainly, consists of water or oil;

c. formation of a cavity which is filled with fluid within the molding compound through a displacement of the molding compound by means of the fluid in the direction of unfilled or additionally created mold cavities, whereas the molding compound can be solidified to form a kind of membrane by selectively tempering the fluid of the molding compound in the area of the phase boundary from the molding compound to the fluid, so that the flowing front of the water acts upon the melt like a displacing piston or a core of a higher viscosity, whereas the fluid does not change over into a gaseous phase as a result of a sufficiently rapid injection;

d. further injection of the fluid until it pierces the flowing front of the flowable mass and is withdrawn from the mold cavity, or

piercing of the cavity by tools and withdrawal of the fluid via the aperture which is created in this manner to flush the cavity with the fluid, whereas a pressure is selectively built up in the fluid during the flushing process in that the cross-section of the line withdrawing the fluid can be changed by a valve or a throttle;

e. solidification of the flowable molding compound as required by flushing the cavity with additional fluid which, however, is tempered differently for the purpose of supplying or withdrawing heat, whereas the fluid is now characterized by the principal component water;

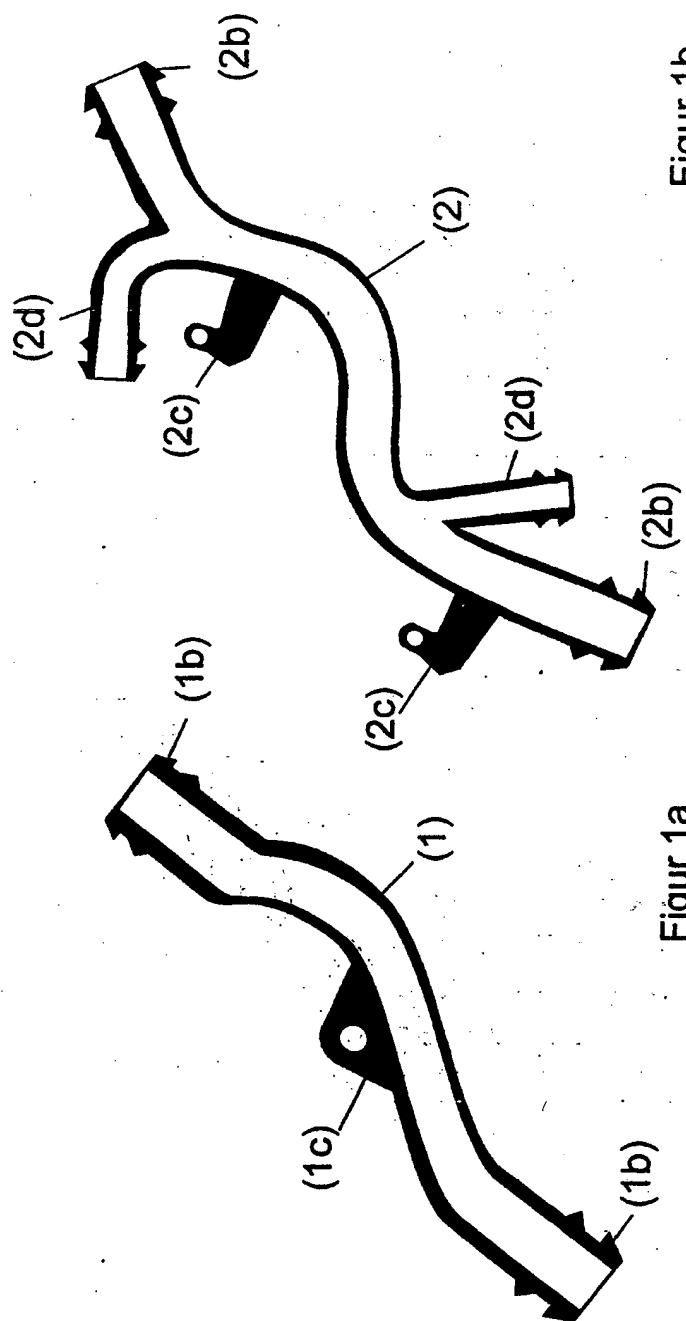
/6

f. removal of the hollow structure from the mold cavity by dividing the molding implement and by letting the fluid drain from the hollow structure or drainage of the fluid and removal of the hollow structure from the mold cavity by dividing the molding implement.

2. Process for the production of the components of Claim 1, characterized in that, prior to or during the injection of the molding compound, a gas pressure is applied within the mold cavity.

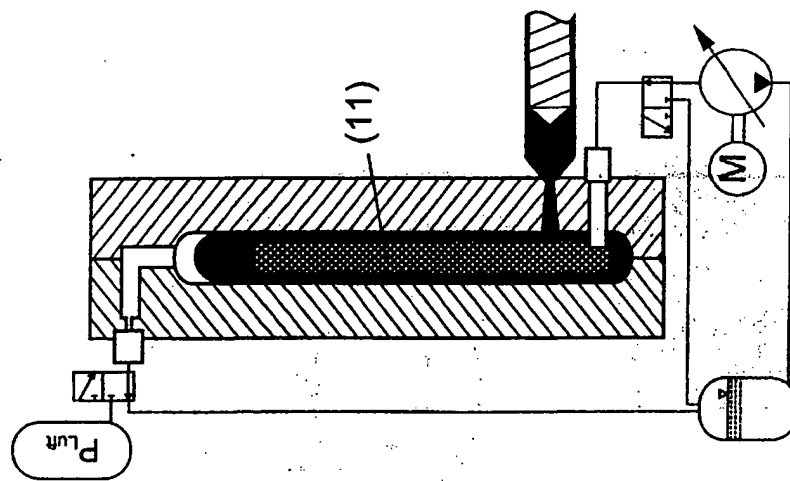
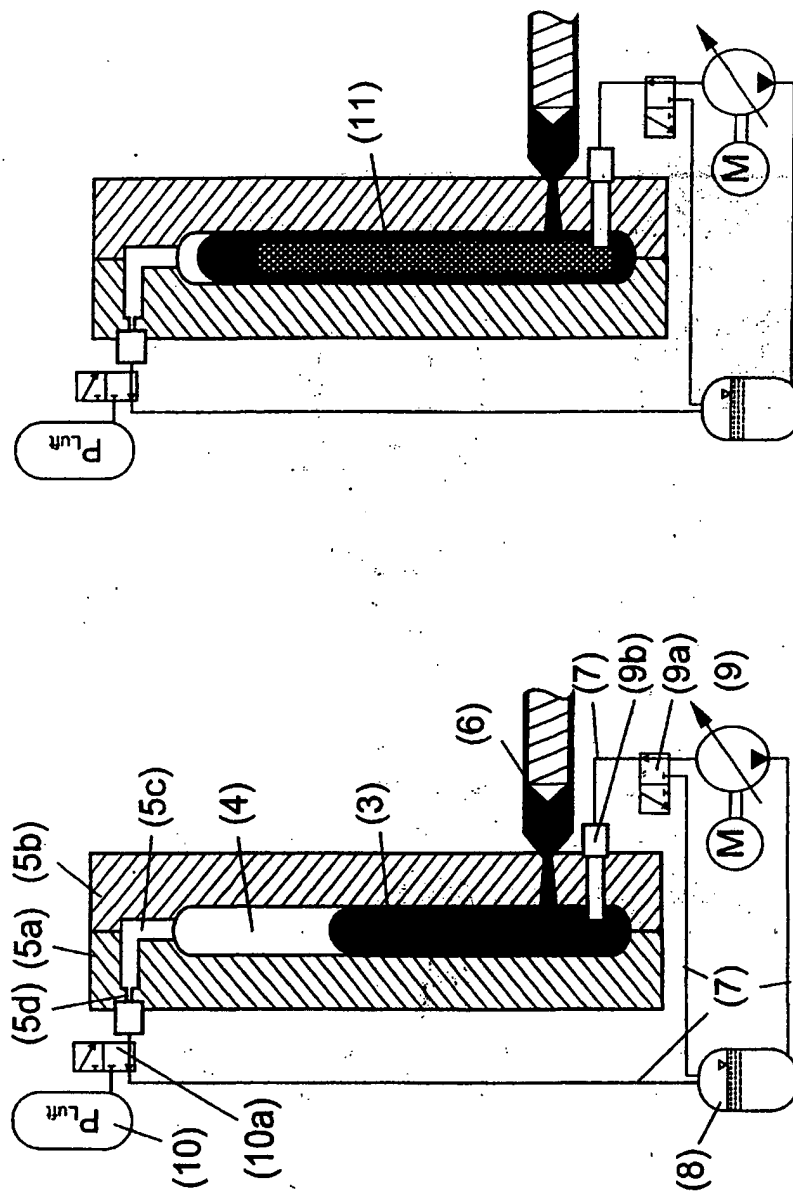
3. Process for the production of the components, in accordance with Claim 1 or 2, characterized in that, either by injection of various molding compounds through a multi-component injection molding process, multi-layered hollow structures are produced or thin layers of a barrier material are deposited on the inside wall of the hollow structure by dissolving or emulsifying the barrier material in the fluid which forms the cavity.

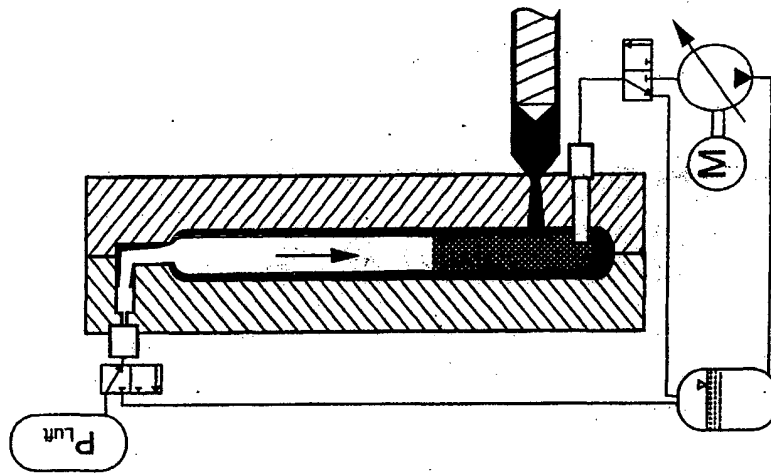
Accompanied by 3 page(s) of drawings



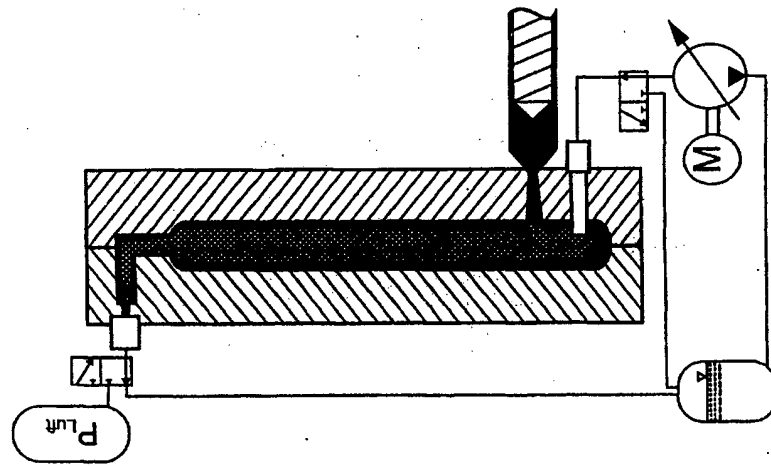
Figur 1b

Figur 1a





Figur 5



Figur 4